

Анализ программ информационного моделирования при проектировании мостов



ЧЖО Зин Аунг

KYAW Zin Aung

Analysis of Information Modeling Programs when Designing Bridges

(текст статьи на англ. яз. –
English text of the article – p. 152)

В статье рассмотрен новый подход в проектировании мостов (BIM-технология), который заключается в создании цифровой информационной модели, содержащей в себе все сведения о будущем объекте. При использовании BIM-технологии внесённые изменения автоматически синхронизируются и актуализируются для всех участников процесса. Выполнены обзор и сравнительный анализ программных комплексов, реализующих проектное задание: Revit и Tekla. Программа Revit имеет большое количество библиотек элементов для зданий. Для мостов таких библиотек нет, поэтому нужны специальные средства, создание которых требует немалых усилий и времени. Программа Tekla предлагает большую библиотеку пригодных элементов, функциональный интерфейс для проектирования узлов и удобные средства формирования пользовательских расширений.

Ключевые слова: мост, цифровая модель, BIM-технология, информационное моделирование, система автоматизированного проектирования, программные комплексы.

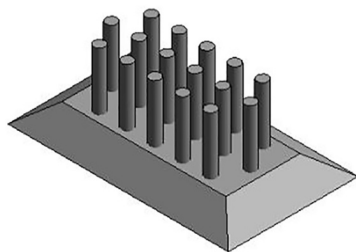
Чжо Зин Аунг – аспирант кафедры систем автоматизированного проектирования Российского университета транспорта (МИИТ), Мяунг, Мьянма.

В практике проектирования строительных конструкций все чаще используется технология BIM, которая постепенно занимает место отраслевого стандарта. Она предполагает построение одной или нескольких точных виртуальных моделей здания в цифровом виде. Использование моделей облегчает процесс проектирования на всех его этапах, обеспечивая более тщательные анализ и контроль [1].

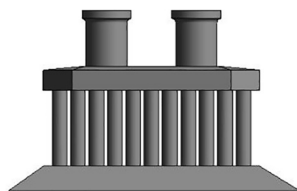
В процессе информационного моделирования сооружений коллектив проектировщиков создаёт цифровую модель конструкции, которая содержит базу данных всех элементов, связей между ними и другую информацию. При использовании BIM-технологии внесённые изменения автоматически синхронизируются.

Часто в проектировании возникает задача создания документации и плана реконструкции существующего здания или моста. При реконструкции объекта проектирование необходимо вести в рамках имеющихся конструкций, при этом наличие их в трёхмерном представлении значительно упрощает процесс и делает его более точным.

При BIM-технологии существенно меняются привычные цепочки взаимодействия



а)



б)

Рис. 1. Бетонная опора моста.

между проектировщиками, а также инвесторами и строителями. Правильно организованная BIM-модель позволяет перевести процесс возведения строительных объектов на совершенно другой уровень. На проектировщиках лежит больше всего ответственности, так как именно они формируют основу для всей цепочки новых взаимодействий и у них в распоряжении больше всего реальных инструментов влияния.

Применение BIM-технологий в строительстве мостовых сооружений даёт возможность своевременно выявить части проекта, которые будут вызывать трудности при возведении, и обратить на это внимание специалистов проектной организации. Информационное моделирование помогает строителям сделать все необходимые расчёты с учётом визуализации ещё до того, как начнётся возведение объекта.

Для специалистов подрядных организаций использование BIM-технологий позволяет определять сметную стоимость, выполнять 4D-визуализацию процесса строительства и выявлять коллизии (ошибки), обмениваться информацией с заказчиками, а также оптимизировать строительство, сокращая количество отходов материалов, повышая производительность и экономя средства.

Очевидно, что BIM-технология подразумевает автоматизацию использования информации — новый этап после САПР, которая автоматизировала создание информации.

Для проектирования с использованием технологии BIM существует несколько программ. Рассмотрим возможности программы Revit, получившей распространение среди проектировщиков промышленных и гражданских сооружений.

Программа Revit содержит большое количество библиотек элементов для зда-

ний. Для мостов таких библиотек нет, поэтому при проектировании элементов моста необходимо воспользоваться специальными средствами. В Revit существует возможность создавать свои семейства элементов. Семейство такого рода — это обобщённая параметрическая модель конструкции.

Проверим возможности Revit на примере создания семейства бетонной опоры металлического моста в Республике Мьянма.

Сначала следует сформировать фрагмент плиты фундамента, затем формируется свайное поле. Начальный уровень для свайного поля должен задаваться ниже верхнего уровня плиты фундамента, потом задаются диаметр окружности, расположение свай и направление выдавливания (вверх). В результате получаем вид, представленный на рис. 1а. Следующим шагом становится объединение свай плитой ростверка. Необходимо нарисовать контуры ростверка, задать высоту выдавливания и выполнить создание верхней части. Заключительным этапом будет формирование тела опоры. Для этого лучше использовать инструмент, позволяющий создать по произвольному контуру фигуру вращения [2]. Результат на рис. 1б.

Добавление семейств в проект Revit — операция несложная, но достаточно трудоёмкая. Вместо того, чтобы создавать новое семейство, гораздо проще и быстрее взять готовое семейство и отредактировать его. Однако проблема при проектировании мостов в Revit состоит как раз в том, что приходится формировать свои семейства с нуля.

Для получения информационной модели мостов лучше использовать программу Tekla. Она также реализует BIM-технологии, предлагая современный интерфейс и простоту использования своих ресурсов.



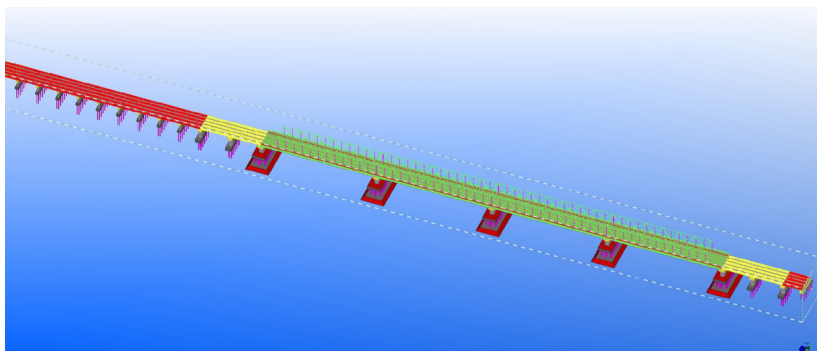


Рис. 2. Металлический мост на бетонных опорах.

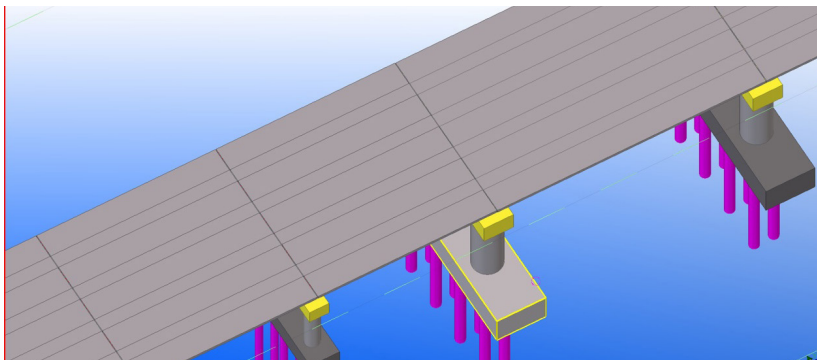


Рис. 3. Балки проезжей части на опорах.

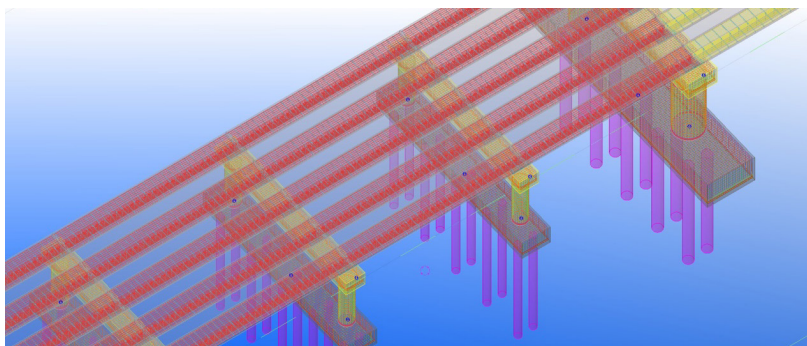


Рис. 4. Армирование опор и балок моста.

В качестве примера использования программы Tekla была создана информационная модель металлического моста на бетонных опорах в Республике Мьянма (рис. 2).

Бетонные опоры импортированы из Revit, на них размещены балки проезжей части (рис. 3), затем выполнено армирование [3] опор и проезжей части (рис. 4).

В программе Tekla спроектированы сквозные металлические фермы моста (рис. 5), причём создание этих элементов реализуется довольно просто, благодаря удобному интерфейсу и большому количе-

ству различных сечений металлических балок.

При работе с типовыми проектами можно воспользоваться стандартными средствами для узловых соединений [4] в металлических фермах. В случае нетиповых решений — инструментами для расширения функционала программы [5]. Чтобы воспользоваться этими возможностями, надо владеть основами программирования на языке C#.

Сравнивая процесс создания информационной модели моста в программах Revit и Tekla, можно сделать вывод, что

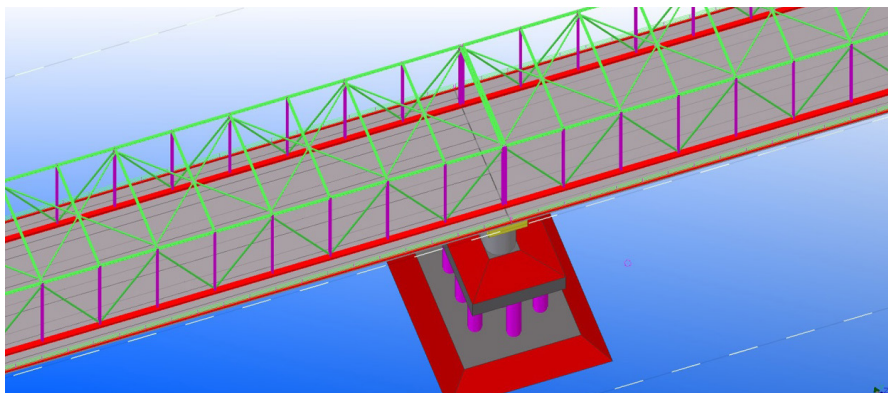


Рис. 5. Металлические фермы.

для проектирования намного эффективнее Tekla.

Обе программы позволяют совместно использовать данные в разных программных платформах: разработки, корректировки, а также их отправки обратно в информационную модель объекта, в том числе при создании плана строительства и координации работ по монтажу. С помощью программ удастся анализировать варианты решений и демонстрировать результаты разработок заказчику. Можно быстро выполнять расчёт конструкций и подсчитывать количество материалов для принятия решений.

Однако в Revit задавать мостовые элементы неудобно, ибо архитектура программы ориентирована на формирование вертикально направленных построений, а мостовые конструкции — это сооружения с разнонаправленной геометрией, и работа с ней затруднена. Кроме того, при передаче модели в расчётный комплекс не всегда её элементы и узлы бывают представлены корректно.

Программа Tekla позволяет детально прорабатывать проектируемую конструкцию и очень хорошо справляется с большими моделями, обеспечивая быстродействие и точность.

Программное обеспечение Tekla работает со всеми видами материалов, поэтому модель может включать в себя сборный и монолитный бетон, металл, дерево и любые другие варианты. Используя обширную библиотеку конструктивных узлов,

пользователи могут также моделировать, сохранять и передавать собственные компоненты, например, нестандартные соединения. Передача модели в расчётный комплекс возможна в нескольких форматах, для узлов и соединений процедура проходит корректно.

Словом, Tekla при создании цифровой информационной модели мостов предпочтительнее, поскольку программа имеет не только большую библиотеку пригодных элементов, но и функциональный интерфейс для проектирования узлов, удобные средства формирования пользовательских расширений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. — Canada: John Wiley & Sons Inc, 2011. — 1040 p.
2. Вандезанд Дж., Рид Ф., Кригел Э. Autodesk Revit 2014: Официальный учебный курс. — М.: ДМК Пресс, 2015. — 328 с.
3. Армирование. Март 2017. [Электронный ресурс]: https://teklastructures.support.tekla.com/system/files/manual/%20Reinforcement2017_2.pdf. Доступ 24.08.2017.
4. Основные сведения о стальных соединениях. Март 2017. [Электронный ресурс]: <https://teklastructures.support.tekla.com/system/files/manual/20connections2017.pdf>. Доступ 24.08.2017.
5. Система Tekla Structures. Март 2017. [Электронный ресурс]: <https://teklastructures.support.tekla.com/system/files/manual/%20Tekla%20Structures2017.pdf>. Доступ 24.08.2017.
6. Нестеров И. В., Смирнова О. В. Технология разработки проблемно-ориентированных систем прочностного анализа на базе графического процессора AutoCAD // САПР и графика. — 2009. — № 7. — С. 95–96.

Координаты автора: **Чжо Зин Аунг** – kyaw_zin_aung@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 24.08.2017, принята к публикации 12.09.2017.



ANALYSIS OF INFORMATION MODELING PROGRAMS WHEN DESIGNING BRIDGES

Kyaw, Zin Aung, Russian University of Transport (MIIT), Myaung, Myanmar.

ABSTRACT

The article considers a new approach in the design of bridges (BIM-technology), which consists of creating a digital information model containing all information about the future object. When using BIM-technology, the changes made are automatically synchronized and updated for all participants in the process. The review and the comparative analysis of the software complexes

realizing a design task: Revit and Tekla is executed. The Revit program has a large number of building element libraries. There are no such libraries for bridges, so special tools are needed, the creation of which requires considerable effort and time. The Tekla program offers a large library of useful elements, a functional interface for designing nodes and convenient means of generating custom extensions.

Keywords: bridge, digital model, BIM-technology, information modeling, computer-aided design system, software complexes.

Background. In the practice of designing building structures, BIM technology is increasingly being used, which gradually takes the place of the industry standard. It involves construction of one or more precise virtual building models in a digital form. The use of models facilitates the design process at all its stages, providing more thorough analysis and control [1].

In the process of information modeling of buildings, the team of designers creates a digital model of the design that contains a database of all elements, links between them and other information. When using BIM-technology, the changes are automatically synchronized.

Often in the design the task arises of creating documentation and a plan for the reconstruction of an existing building or bridge. When reconstructing an object, design should be carried out within the framework of existing structures, and their presence in a three-dimensional representation greatly simplifies the process and makes it more accurate.

With BIM-technology, the usual chains of interaction between designers, as well as investors and builders, change substantially. Correctly, organized BIM-model allows to translate the process of erecting construction projects to a completely different level. Designers are most responsible, since they form the basis for the entire chain of new interactions and they have at their disposal most of all the real instruments of influence.

The use of BIM-technologies in the construction of bridge structures makes it possible to identify in time the parts of the project that will cause difficulties in the erection, and draw the attention of specialists of the design organization to this. Information modeling helps builders to make all the necessary calculations taking into account visualization even before the construction of the object begins.

For contractors, the use of BIM technology allows for determination of estimated costs, 4D visualization

of the construction process and the identification of collisions (mistakes), information exchange with customers, and optimizing construction, reducing waste materials, increasing productivity and saving costs.

It is obvious that BIM-technology implies the automation of information use – a new stage after CAD, which automated the creation of information.

Objective. The objective of the author is to consider information modeling programs when designing bridges.

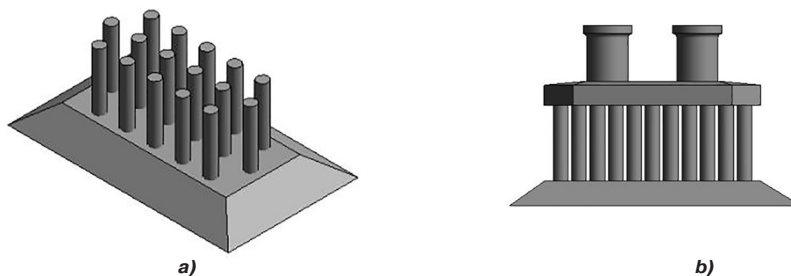
Methods. The author uses general scientific methods, comparative analysis, evaluation approach, scientific description.

Results. For design using BIM technology, there are several programs. Let's consider the possibilities of the Revit program, which has spread among designers of industrial and civil structures.

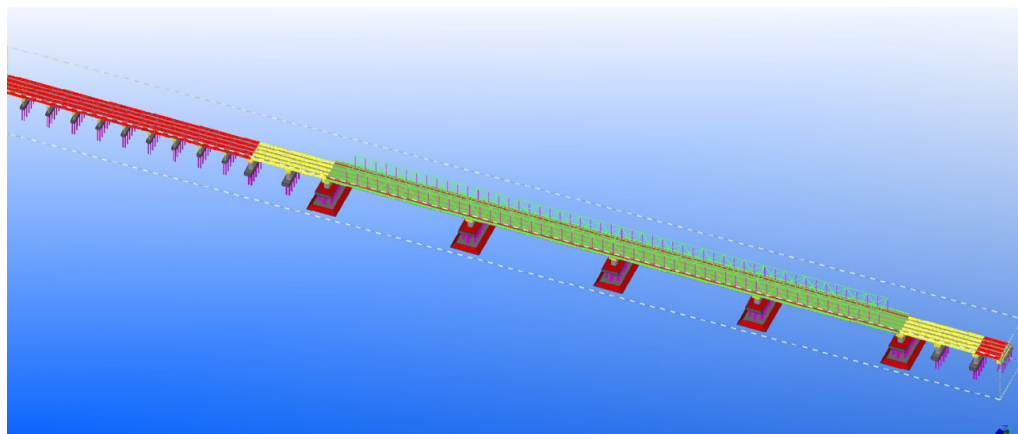
The Revit program contains a large number of building element libraries. There are no such libraries for bridges, therefore, when designing bridge elements, it is necessary to use special means. In Revit, it is possible to create own element families. A family of this kind is a generalized parametric model of construction.

Let's check the possibilities of Revit on the example of creating a family of concrete support of a metal bridge in the Republic of Myanmar.

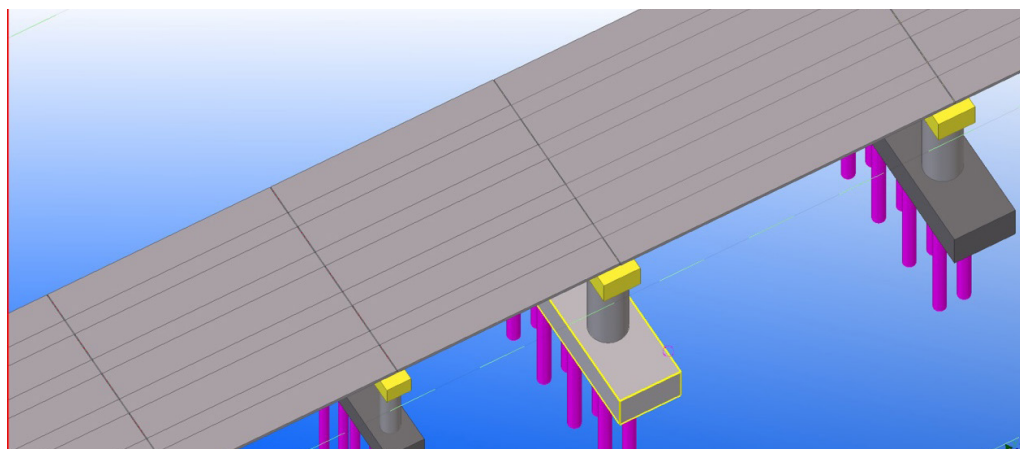
First, a fragment of the foundation plate should be formed, then a pile field is formed. The initial level for the pile field should be set below the upper level of the foundation plate, then the diameter of the circle, the location of the piles and the direction of extrusion (up) are specified. As a result, we get the form shown in Pic. 1a. The next step is joining the piles with a grill plate. It is necessary to draw contours of grillage, set the extrusion height and perform the creation of the upper part. The final stage will be the formation of the support body. To do this, it is better to use a tool that



Pic. 1. Concrete bridge support.



Pic. 2. Metal bridge on concrete supports.



Pic. 3. Beams of the roadway on supports.

allows to create a shape of rotation on an arbitrary contour [2]. The result is in Pic. 1b.

Adding families to the Revit project is not an easy operation, but rather time consuming. Instead of creating a new family, it is much easier and quicker to take a ready-made family and edit it. However, the problem with the design of bridges in Revit is just that you have to build own families from scratch.

To get an information model of bridges, it is better to use the Tekla program. It also implements BIM-technologies, offering a modern interface and ease of use of its resources.

As an example of the use of the Tekla program, an information model of a metal bridge on concrete supports was created in the Republic of Myanmar (Pic. 2).

The concrete supports are imported from Revit, the beams of the roadway are placed on them (Pic. 3), then the reinforcement [3] of the supports and the carriageway is made (Pic. 4).

In the Tekla program, through bridged metal trusses of the bridge have been designed (Pic. 5), and the creation of these elements is quite simple, due to a convenient interface and a large number of different sections of metal beams.

When working with typical projects, it is possible to use standard means for nodal connections [4] in metal trusses. In the case of non-typical solutions, they are tools for extending the functionality of the program [5]. To take advantage of these features, it

is necessary to be familiar with the basics of C# programming.

Comparing the process of creating the bridge information model in Revit and Tekla programs, we can conclude that Tekla is much more efficient for designing.

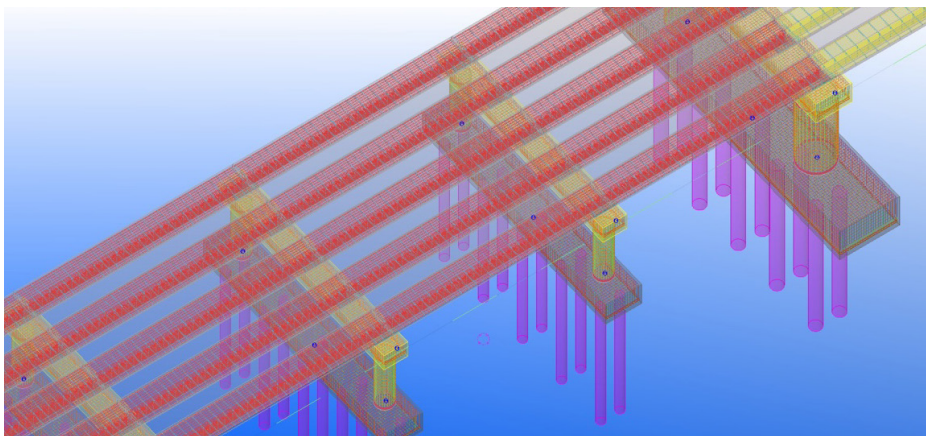
Both programs allow sharing data in different software platforms: development, adjustments, and also sending them back to the information model of the facility, including when creating a construction plan and coordinating installation work. With the help of programs it is possible to analyze variants of rasts and to demonstrate the results of development to customers. It is possible to quickly perform the calculation of structures and count the number of materials for decision making.

However, in Revit it is inconvenient to define the bridge elements, because the program architecture is oriented to formation of vertically oriented constructions, and bridge structures are constructions with differently directed geometry, and work with it is difficult. In addition, when a model is transferred to a calculation complex, its elements and nodes are not always represented correctly.

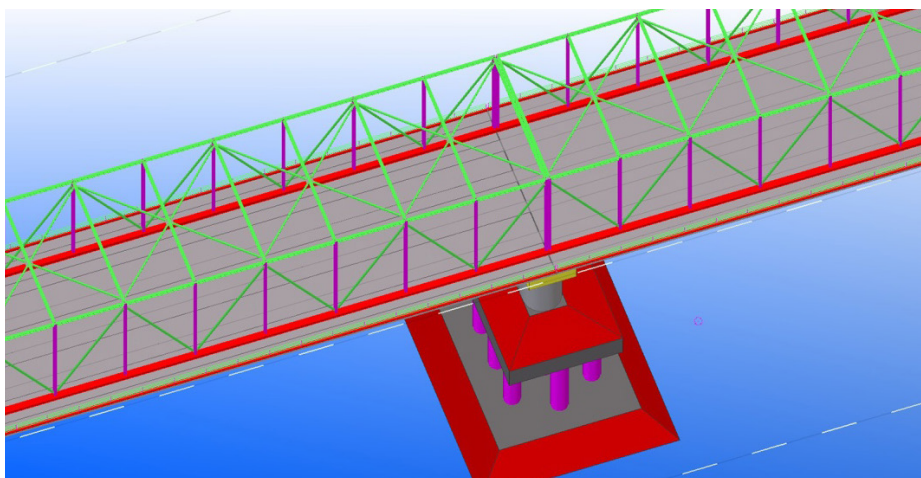
The Tekla program allows to work through the designed design in detail and very well cope with large models, providing speed and accuracy.

The Tekla software works with all kinds of materials, so the model can include prefabricated and monolithic concrete, metal, wood and any other





Pic. 4. Reinforcement of supports and beams of the bridge.



Pic. 5. Metal trusses.

options. Using an extensive library of design nodes, users can also model, store and transfer their own components, for example, non-standard connections. The transfer of the model to the calculation complex is possible in several formats, for the nodes and connections the procedure is correct.

Conclusion. In short, Tekla is preferable when creating a digital information model of bridges, since the program has not only a large library of useful elements, but also a functional interface for designing nodes, convenient means of forming custom extensions.

REFERENCES

1. Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Canada: John Wiley & Sons Inc, 2011, 1040 p.
2. Vandezand, J., Reed, F., Krigel, E. Autodesk Revit 2014: The official training course [Autodesk Revit 2014:

Oficial'nyj uchebnyj kurs]. Moscow, DMC Press publ., 2015, 328 p.

3. Reinforcement. March 2017 [Armirovanie. Mart 2017]. [Electronic resource]: https://teklastructures.support.tekla.com/system/files/manual/%20Reinforcement2017_2.pdf. Last accessed 24.08.2017.

Basic information about steel connections. March 2017 [Osnovnye svedeniya o stal'nyh soedineniyah. Mart 2017]. [Electronic resource]: <https://teklastructures.support.tekla.comconnections2017.pdf>. Last accessed 24.08.2017.

4. System Tekla Structures. March 2017. [Electronic resource]: <https://teklastructures.support.tekla.com/system/files/manual/%20Tekla%20Structures2017.pdf>. Last accessed 24.08.2017.

5. Nesterov, I. V., Smirnova, O. V. Technology for development of problem-oriented systems of strength analysis based on the graphic processor AutoCAD [Tehnologiya razrabotki problemno-orientirovannyh sistem prochnostnogo analiza na baze graficheskogo processora AutoCAD]. SAPR i grafika, 2009, Iss. 7, pp. 95–96. ●

Information about the author:

Kyaw, Zin Aung – Ph.D. student at the department of Systems of automated design of Russian University of Transport (MIIT), Myaung, Myanmar, kyaw_zin_aung@mail.ru.

Article received 24.08.2017, accepted 12.09.2017.